

ABSTRACT

A laser diode driver, and driving method, for driving a laser diode in an optical recording/reproducing apparatus, having an auto laser power control (APC) operation, an optical pickup device, and an optical recording/reproducing apparatus, and method therefore, using the laser diode driver. The laser diode driver includes a multiplexer, a pulse generator, a differential amplifier, and an adder. The multiplexer selectively outputs drive potentials, such as a peak power drive potential, a bias power drive potential, a read power drive potential, and the like, corresponding to power levels of a laser signal, in response to a select signal applied to the multiplexer. The pulse generator generates the select signal applied to the multiplexer, the differential amplifier calculates a difference between a monitor signal provided from a monitor diode for monitoring the laser signal output from the laser diode and a drive potential selected by the multiplexer, the adder adds an output of the differential amplifier and an output of the multiplexer and outputs a signal for driving the laser diode, and the laser diode driver itself performs the APC function, thereby reducing the potential of laser diode driver malfunction caused by electromagnetic interference.

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-303434

(P2003-303434A)

(43)公開日 平成15年10月24日 (2003.10.24)

(51)Int.Cl.⁷

G 11 B 7/125

H 01 S 5/0683

識別記号

F I

テマコト⁷ (参考)

G 11 B 7/125

C 5 D 7 8 9

A 5 F 0 7 3

H 01 S 5/0683

(21)出願番号

特願2003-86177(P2003-86177)

(22)出願日

平成15年3月26日 (2003.3.26)

(31)優先権主張番号

2002-017410

(32)優先日

平成14年3月29日 (2002.3.29)

(33)優先権主張国

韓国 (KR)

審査請求 有 請求項の数 9 O.L. (全 14 頁)

(71)出願人 390019839

三星電子株式会社

大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416

(72)発明者 徐 賑教

大韓民国京畿道水原市長安区栗田洞419番

地 三星アパート201棟1504号

(74)代理人 100064908

弁理士 志賀 正武 (外1名)

F ターム (参考) 5D789 AA12 AA23 AA40 EC12 FA05

FA33 HA13 HA47 HA60

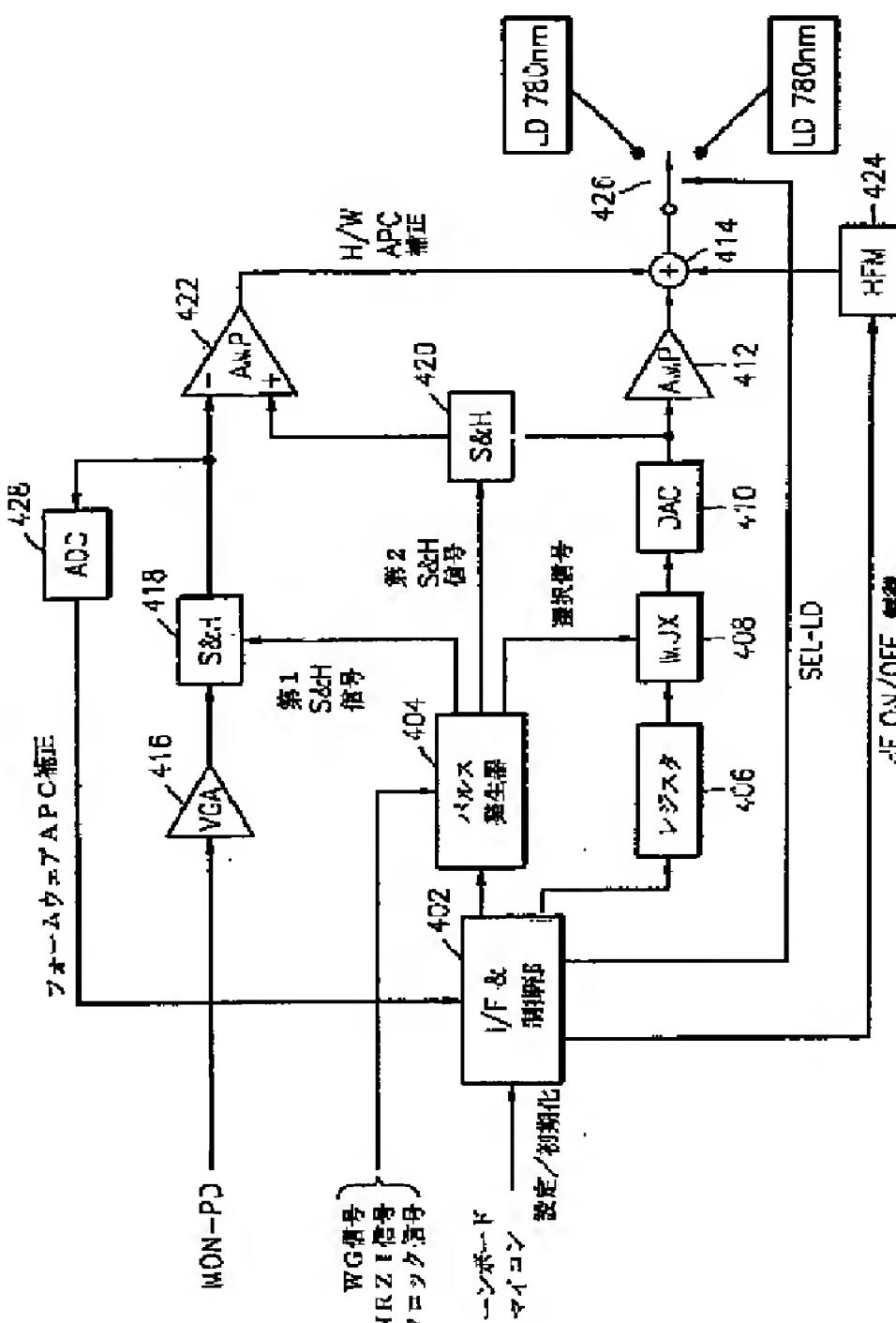
5F073 BA06 EA15 GA04 GA12 GA15

(54)【発明の名称】 自動レーザー出力制御機能を有するレーザーダイオードドライバ、ピックアップ装置、そして光記録再生装置

(57)【要約】

【課題】 自動レーザー出力制御機能を有するレーザーダイオードドライバ、ピックアップ装置、そして光記録再生装置を提供する。

【解決手段】 それに印加される選択信号に応答してレーザー信号のパワーレベルに相応する駆動電位 (ピークパワー駆動電位、バイアスパワー駆動電位、読み出しパワー駆動電位等) を選択的に出力するマルチプレクサと、マルチプレクサに印加される選択信号を発するパルス発生器と、レーザーダイオードから出力されるレーザー信号をモニターするモニターダイオードから提供されるモニター信号とマルチプレクサを通して選択された駆動電位との差を算出する差動増幅器と、差動増幅器の出力とマルチプレクサの出力とを加算してレーザーダイオードを駆動する信号として出力する加算器と、を含むことを特徴とするレーザーダイオードドライバ。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 印加される選択信号に応答してレーザー信号のパワーレベルに相応する駆動電位を選択的に出力するマルチプレクサと、前記マルチプレクサに印加される選択信号を発するパルス発生器と、前記レーザーダイオードから出力されるレーザー信号をモニターするモニターダイオードから提供されるモニターレベルと前記マルチプレクサを通して選択された駆動電位との差を算出する差動増幅器と、前記差動増幅器の出力と前記マルチプレクサの出力を加算して前記レーザーダイオードを駆動する信号として出力する加算器と、を含むことを特徴とするレーザーダイオードドライバ。

【請求項2】 前記モニターレベルを任意のパワーレベルをサンプル&ホールドする第1サンプル&ホールダーをさらに備えて、前記パルス発生器は、前記制御信号を利用して前記第1サンプル&ホールダーを制御する第1サンプル&ホールド制御信号を発することを特徴とする請求項1に記載のレーザーダイオードドライバ。

【請求項3】 前記マルチプレクサに印加される駆動電位を貯蔵するレジスタをさらに備えることを特徴とする請求項1に記載のレーザーダイオードドライバ。

【請求項4】 ディスクに適した各々のパワーレベルを提供され、このパワーレベルに相応する駆動電位を前記レジスタに設定するI/F&制御部をさらに備えることを特徴とする請求項3に記載のレーザーダイオードドライバ。

【請求項5】 前記I/F&制御部は、前記モニターレベルによって表示されるレーザー信号のパワーレベルと前記レジスタに貯蔵された駆動電位によって表現されるパワーレベルとを比較して、レーザー出力の変動値を演算して、この変動値を補償するための駆動電位を演算し、補償された駆動電位を用いて前記レジスタに貯蔵された駆動電位を更新することを特徴とする請求項4に記載のレーザーダイオードドライバ。

【請求項6】 前記I/F&制御部による前記レジスタの更新は、周期的に行われることを特徴とする請求項5に記載のレーザーダイオードドライバ。

【請求項7】 前記モニターレベルをデジタル信号に変換するアナログデジタル変換器をさらに備えることを特徴とする請求項5に記載のレーザーダイオードドライバ。

【請求項8】 データ貯蔵媒体を横断して動かすことができるピックアップ装置において、前記データ貯蔵媒体にデータを記録/再生するためのレーザー信号を発するレーザーダイオードと、前記レーザーダイオードを駆動して温度変化によって前記レーザーダイオードの出力を制御するレーザーダイオード駆動装置と、を備えることを特徴とするピックアップ装置。

【請求項9】 光記録再生装置において、前記データ貯蔵媒体にデータを記録/再生するためのレーザー信号を発するレーザーダイオードを装着し、前記データ貯蔵媒体にわたって動けるピックアップと、前記ピックアップに装置されて温度変化によって前記レーザーダイオードの出力を自動的に制御するレーザーダイオード駆動装置が形成された第1印刷回路基板と、前記レーザーダイオード駆動装置を制御する制御部が形成された第2印刷回路基板と、前記第1印刷回路基板と前記第2印刷回路基板と間の信号をインタフェースするフレキシブル印刷回路基板と、を含むことを特徴とする光記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光記録/再生装置でレーザーダイオードを駆動するレーザーダイオードドライバに係り、特に自動レーザー出力制御(Auto Laser Power Control; APC)機能を備えるレーザーダイオードドライバ、ピックアップ装置、そして光記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】現代社会を情報化時代或いはマルチメディア時代という。このような時代では高容量の記録媒体を要求するようになって、ここに有用なものがMODD(Magnet-optical Disk Drive)、DVD-RW、またはDVD-RAMなどの光記録装置である。

【0003】このような装置は、光記録媒体にから情報を記録/再生するためのレーザー信号を発するためにレーザーダイオード(Laser Diode; LD)を用いており、このようなレーザーダイオードは動作温度によって非常に敏感に変動する入出力特性を有する。

【0004】すなわち、レーザーダイオードの動作温度によって同一なパワーレベルを有するレーザー信号を出力するために必要な入力(通常電流値で表現される)が異なるようになる。したがって、レーザーダイオードを最適の状態に制御するAPC技術が必要であり、これが光記録機器の性能を左右する。

【0005】一方、これら記録機器において高容量高密度化と共に高倍速記録/再生が急速に進行しているためにAPC装置をノイズ及び干渉から保護しなければならない問題点が高まっている。

【0006】図1は、現在大部分の光記録機器に用いられているレーザーダイオードドライバの構成を示すものである。図1に示されたレーザーダイオードドライバ100は、スイッチ10a～10c、スイッチ10a～10cの出力をマルチプレキシングするマルチプレクサ12、マルチプレクサ12の出力を所定の増幅度で増幅す

る増幅器14、加算器16、そして高周波変調器(High Frequency Modulation; 以下、HFMと称する)18を備える。

【0007】スイッチ10a～10cには、レーザーダイオードのパワーレベル(ピークパワーレベル、バイアス1(或いは消去)パワーレベル、読出しパワーレベル)に該当する電流(或いは電圧)(以下、駆動電位と称する)が各々印加される。これら駆動電位は各々の制御信号(ピークパワー制御信号PEAK CONTROL、バイアスパワー制御信号BIAS CONTROL、読出しパワー制御信号READ CONTROL)によってオン/オフされる。例えばピークパワーレベルを生じるために必要なピーク駆動電位はピークパワー制御信号によってオン/オフされる。

【0008】スイッチ10a～10cの出力は、マルチプレクサ12によって多重化される。マルチプレクサ12の出力はレーザーダイオード駆動信号LD_DRIVER_OUTになり、このレーザーダイオード駆動信号LD_DRIVER_OUTはいわゆる記録パルス、すなわちファーストパルス、マルチパルス、ラストパルスで構成されるパルス列と同一な波形を有するようになり、このレーザーダイオード駆動信号LD_DRIVER_OUTによってレーザーダイオードが駆動されて記録パルスを発する。

【0009】しかし、マルチプレクサ12の出力だけではレーザーダイオードを十分に駆動できないのでマルチプレクサ12の出力を増幅器14を通して増幅して出力する。

【0010】一方、HFM 18は、光検出装置(例えば、4分割光検出器等、図示せず)における光干渉ノイズを除去するための高周波変調信号を発する。この高周波変調信号は加算器16を通して増幅器14の出力に加算される。レーザーダイオードは加算器16の出力によって駆動される。ここで、高周波変調信号は光干渉ノイズを除去するための最も効果的な周波数と振幅とで設定されて主に読出しモードとして用いられる。

【0011】図1に示された装置においてスイッチの個数は用いられるチャネルの数2ch～5ch、すなわち記録パルスで用いられるパワーレベルの数によって2個～5個が備わることができる。

【0012】図2Aは、CD-RW記録パルスRECORDING PULSE(3チャネル使用の例)を示す波形図であって、図2BはDVD-RAM記録パルス(5チャネル使用の例)を示す波形図である。図2A及び図2Bで(a)は入力されたNRZIデータであり、(b)は所定の記録マークを形成するための記録パルスであり、残りは制御信号を示している。制御信号によって駆動電位を制御することによって(b)に図示された記録パルスと同一な波形を有するレーザーダイオード駆動信号LD_DRIVER_OUTが得られる。このレ

ーザーダイオード駆動信号LD_DRIVER_OUTはレーザーダイオードに印加されて、レーザーダイオードから(b)の記録パルスが得られる。

【0013】図3は、レーザーダイオードの特性を示すグラフであって、東芝(登録商標)社のレーザーダイオードであるTOLD9452MBの入出力特性を示すものである。レーザーダイオードは、図3に示されたグラフによって分かるように温度によって変化する入出力特性を持っている。レーザーダイオードが駆動されてからある程度時間が経過すればレーザーダイオードの動作温度が高まる。レーザーダイオードの動作温度が高まれば、図3に示されたグラフで分かるように、入力電流に対する光出力が低下する。例えば入力電流が110mAである時、25°Cの動作温度で40mWだった光出力が70°Cの動作温度では20mW程度に低下する。したがって、動作温度によってレーザーダイオードを適切に制御できなければ記録機能の低下ないし記録不能をもたらすことがある。

【0014】このような問題を改善する機能がAPCである。APC装置はレーザーダイオードの出力変動をレーザーダイオードにフィードバックさせてレーザーダイオードの出力を一定に維持させる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来にはこのようなAPC機能がレーザーダイオードドライバ内で具現できず、別途の回路或いはICで具現されていた。一般的に、APC装置はMain PCBに位置してレーザーダイオードドライバはピックアップに位置するようになるので、主にFPCB(Flexible PCB)を通して連結される。

【0016】APC装置は、FPCBを通してレーザーダイオードに付属されたモニターPD(Photodiode)からモニター信号MON-PDを提供される。また、レーザーダイオードドライバもFPCBを通して制御信号の供給を受けなければならない。

【0017】モニター信号MON-PDは、数μA程度と小さいためにノイズに非常に弱い。また、制御信号の周波数は非常に高いために周辺装置に電磁波障害(EMI)を発生させる。実際に、高密度記録のためにレーザー信号の波長が780μm(コンパクトディスクの場合)、635或いは650μm(デジタル多機能ディスクの場合)、そして410μmと次第に短くなっている。記録/再生の速度も最近52倍速まで常用化されている。レーザー波長の短縮及び記録/再生速度の増加は制御信号の周波数を高める結果をもたらす。したがって、EMIによって記録性能低下及びFPCによるインターフェース自体が不可能になる場合がある。

【0018】一方、記録/再生装置が記録媒体間の互換性を維持するために複数のレーザーダイオードを備える場合、各々のレーザーダイオードに該当する回路及び部

品（A P C装置、レーザーダイオードドライバ等）を別途に具備しなければならない。これにより光記録／再生装置の小型化、軽量化、そして低価格実現が障害を受ける。

【0019】本発明は前記の問題点を解決するために考案されたものであって、本発明自体がA P C機能を有することによってノイズ及び干渉による影響を最少化し、また複数のレーザーダイオードを一つの装置で駆動できる改善された構造のレーザーダイオードドライバを提供することをその目的とする。本発明の他の目的は、改善されたピックアップ装置を提供することにある。本発明のさらに他の目的は、改善された光記録再生装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成する本発明によるレーザーダイオードドライバは、印加される選択信号に応答してレーザー信号のパワーレベルに相応する駆動電位（ピークパワー駆動電位、バイアスパワー駆動電位、読み出しパワー駆動電位等）を選択的に出力するマルチプレクサと、前記マルチプレクサに印加される選択信号を発するパルス発生器と、前記レーザーダイオードから出力されるレーザー信号をモニターするモニターダイオードから提供されるモニター信号と前記マルチプレクサを通して選択された駆動電位との差を算出する差動増幅器と、前記差動増幅器の出力と前記マルチプレクサの出力とを加算して前記レーザーダイオードを駆動する信号として出力する加算器と、を含むことを特徴とする。

【0021】前記の他の目的を達成する本発明によるピックアップ装置は、データ貯蔵媒体にわたって動けるピックアップ装置において、前記データ貯蔵媒体にデータを記録／再生するためのレーザー信号を発するレーザーダイオードと、前記レーザーダイオードを駆動して温度変化によって前記レーザーダイオードの出力を制御するレーザーダイオード駆動装置と、を含むことを特徴とする。

【0022】前記さらに他の目的を達成するために、本発明による光記録再生装置は、光記録再生装置において、前記データ貯蔵媒体にデータを記録／再生するためのレーザー信号を発するレーザーダイオードを装着し、前記データ貯蔵媒体を横断して動かすことができるピックアップと、前記ピックアップに装置されて温度変化によって前記レーザーダイオードの出力を自動的に制御するレーザーダイオード駆動装置が形成された第1印刷回路基板（P C B : Printed Circuit Board）と、前記レーザーダイオード駆動装置を制御する制御部が形成された第2P C Bと、前記第1印刷回路基板と前記第2印刷回路基板と間の信号をインタフェースするフレキシブル印刷回路基板と、を含むことを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、添付された図面を参照しつつ本発明の構成及び動作を詳細に説明する。図4は、本発明によるレーザーダイオードドライバの構成を示すブロック図である。図4に示された装置は、I / F (I n t e r F a c e) & 制御部402、パルス発生器404、レジスタ406、マルチプレクサ408、D A C (D i g i t a l t o A n a l o g C o n v e r t e r) 410、増幅器412、加算器414、可変利得増幅器416、第1サンプル&ホルダー418、第2サンプル&ホルダー420、差動増幅器422、高周波変調器424、レーザードライバ選択スイッチ426、A D C (A n a l o g t o D i g i t a l C o n v e r t e r) 428を備える。

【0024】I / F & 制御部402は、図4に示された装置の初期設定のためのメインボードのマイクロプロセッサー（図示せず）とのインタフェース及び図4に示された各構成要素の制御を行う。メインボードのマイクロプロセッサーは初期化動作でディスクのリードイン／リードアウト領域に記録されたデータを読み込んでI / F & 制御部402に提供する。このデータはディスク製造企業によって提供され、該ディスクに適したパワーレベルに関する情報を有する。

【0025】パルス発生器404は、動作モードによるチャネル制御信号を発し、これら制御信号に基づいて第1サンプル&ホルダー418を制御するための第1サンプル&ホールド制御信号、第2サンプル&ホルダー420を制御するための第2サンプル&ホールド制御信号、マルチプレクサ408を制御するための選択信号を発する。

【0026】パルス発生器404にはWG (W r i t e G a t e) 信号、N R Z I (N o n R e t u r n t o Z e r o I n v e r t e d) 信号、クロック信号などが入力される。WG信号は読み出し／書き込み動作を制御する信号であり、N R Z I信号は光ディスクに記録するデータをN R Z I変調によって得られる信号である。

【0027】パルス発生器404の動作は、動作モード（読み出し／書き込み等）やA P Cモード（p e a k 、 a v e r a g e等）によって変わり、その動作はI / F & 制御部402の制御に従う。

【0028】レジスタ406は、レーザー信号のパワーレベルに相応する駆動電位（ピークパワー駆動電位、バイアスパワー駆動電位、読み出しパワー駆動電位等）を貯蔵し、駆動電位の値はI / F & 制御部402から提供される。I / F & 制御部402は初期化動作でメインボードのマイクロプロセッサーによって提供されるテーブルを参照してレジスタ406に貯蔵される駆動電位を設定する。

【0029】レジスタ406に貯蔵される駆動電位に該

当するレーザーダイオードの出力レベルと実際の出力レベルの差、すなわちレーザー出力の変動値は差動増幅器422によって求められる。一方、差動増幅器422の出力ではレーザー出力の変動を補償するための補償値が出力されて、この補償値は加算器414を通してレーザーダイオードに印加される。その結果、レーザーダイオードの出力を制御するA P C動作が行われる。ここで、レーザー出力の変動値と補償値との関係は差動増幅器の利得によって決定される。

【0030】マルチプレクサ408は、レジスタ406に貯蔵される各駆動電位中の一つを選択するためのものであり、マルチプレクサ408の選択動作はパルス発生器404から提供される選択信号によって制御される。

【0031】レジスタ406に貯蔵された各々の駆動電位は、それに相応する制御信号によって選択され、選択動作はマルチプレクサ408を通して行われる。マルチプレクサ408の最も簡単な実施例は図1に示されたスイッチ10a-10cによる動作と類似する。

【0032】一方、パルス発生器404は、チャネル制御信号P E A K C O N T R O L、B I A S C O N T R O L、R E A D C O N T R O Lによって動作モードを判別する。

【0033】光記録／再生機器のモードは、メインボードから別途に提供されるモード信号を印加される場合もあるが、この場合レーザーダイオードドライバでこのモード信号を流入するための入力ピンをさらに具備しなければならない負担がある。これを回避するためにチャネル制御信号から使用モードを判別する。例えばピーク制御信号P E A K C O N T R O Lは、記録モードでのみ発するのでこの信号の有無によって記録／再生モードの有無が分かる。

【0034】マルチプレクサ408で選択された駆動電位は、D A C 410、増幅器412を経て加算器414に提供される。増幅器412は図1に示された増幅器14に相応する動作を行う。

【0035】一方、モニターダイオードから出力されるモニター信号M O N - P DはI/V増幅器（電流-電圧変換増幅器、図示せず）によって所定の増幅度に増幅された後で可変利得増幅器416に印加される。以下、可変利得増幅器416に入力される信号をモニター信号M O N - P Dと称する。図4に示されていないが、可変利得増幅器416は動作モード及び再生されるトラックの種類（l a n d/g r o o v e）によって利得が可変され、可変利得増幅器416の利得はI/F&制御部402によって制御される。周知のようにD V Dは二種類のトラックを有しており、各々ランドトラック及びグループトラックという。これらランドトラックとグループトラックとは光反射率が異なるために可変利得増幅器416の利得をトラックの種類によって異なるようにする必要がある。

【0036】一方、可変利得増幅器416は、トラックの種類（l a n d/g r o o v e）によって利得を可変せずに同一な利得で処理するように構成及び設定が可能である。

【0037】第1サンプル&ホールダー418は、可変利得増幅器416の出力をサンプル&ホールドする。第1サンプル&ホールダー418のサンプル&ホールド動作はパルス発生器404から提供される第1サンプル&ホールド制御信号によって制御される。

【0038】モニター信号M O N - P Dは、レーザーダイオードから出力されるレーザー信号を検出したものであるので、レーザー信号と同一な波形を有し、レーザー信号の波形はマルチプレクサ408の出力、すなわち記録パルスと同一な波形を有する。したがって、モニター信号M O N - P Dがマルチプレクサ408の出力に比べて時間的に遅延されたことを除いて両者はほとんど同一な波形を有する。ここで、ほとんど同等であるということはH F M 424の影響のためである。また、システム構成上、モニター信号M O N - P Dはレーザーダイオードから出力されるレーザー信号を検出したものであるので、レーザー信号と同一な波形を有して位相が反対になる場合もある。

【0039】一方、マルチプレクサ408から出力される記録パルスは、制御信号を組合せたものに該当するので、同様に制御信号を組合せ及び遅延することによって第1サンプル&ホールダー418を制御するための第1サンプル&ホールド制御信号を発しうる。

【0040】すなわち制御信号を組合せることによって各々のパワーレベルをサンプリングするためのサンプリングタイムを決定する第1サンプル&ホールド制御信号を発する。

【0041】一方、第2サンプル&ホールダー420は、D A C 410の出力をサンプル&ホールドする。第2サンプル&ホールダー420のサンプル&ホールド動作はパルス発生器404から提供される第2サンプル&ホールド制御信号によって制御される。第2サンプル&ホールド420によってサンプリングされるものはマルチプレクサ408の出力、すなわち駆動電位である。

【0042】第1サンプル&ホールダー418及び第2サンプル&ホールダー420の出力である第1サンプル&ホールド信号及び第2サンプル&ホールド信号は差動増幅器422に印加される。差動増幅器422は第1サンプル&ホールド信号及び第2サンプル&ホールド信号の差、すなわちレーザー出力の変動分を検出して、これを所定の利得で増幅する。差動増幅器422の利得はレーザー信号の変動分とこれに相応する補償値の関係によって決定される。

【0043】図5の(d)、(e)及び(f)で各々のサンプル&ホールド信号は、モニター信号M O N - P Dの遅延時間と減衰された特性を勘案してサンプル&ホー

ルド信号の遅延時間と信号幅とを可変する場合もある。

【0044】差動増幅器422の出力、すなわちレーザーダイオードの出力変動分を補償するための補償値は加算器414に提供される。加算器414は増幅器412の出力レーザーダイオードに印加される駆動電位と差動増幅器422の出力、すなわち補償値を加算して出力する。加算器414の出力はレーザーダイオードに印加されて所望するパワーレベルを有するレーザー信号を出力する。

【0045】レーザーダイオード選択スイッチ426は、加算器414の出力を第1レーザーダイオード（例えば、CDに適した780nmの波長を有するレーザー信号を発するレーザーダイオード）或いは第2レーザーダイオード（例えば、DVDに適した650nmの波長を有するレーザー信号を発するレーザーダイオード）に選択的に提供する。レーザーダイオード選択スイッチ426の選択動作はI/F&制御部402から提供されるレーザーダイオード選択信号SEL-LDによって制御される。

【0046】一方、HFM424は、図1に示されたHFM18に相当するものであって光検出装置（図示せず）における光干渉ノイズを除去するための高周波変調信号を発する。この高周波変調信号は加算器414に提供される。

【0047】図4に示された装置において第1サンプル&ホルダー及び第2サンプル&ホルダーの動作をさらに詳細に説明する。レジスタ406には用いようとするレーザーダイオードのパワーレベル（ピークパワーレベル、バイアス1（或いは消去）パワーレベル、読みしパワーレベル）に該当する電流値PEAK CURRENT、BIAS1 CURRENT、READ CURRENTが貯蔵される。

【0048】メインボードのマイクロプロセッサー（図示せず）は、初期化動作でディスクのリードイン／リードアウト領域に記録されたテーブル（記録媒体別に要求されるパワーレベルを貯蔵したテーブル）を読み込んでI/F&制御部402に提供する。I/F&制御部402はテーブルを参照して各パワーレベルに適した電流値をレジスタ406に設定する。

【0049】図3に示されたグラフによって分かるように、レーザーダイオードは温度依存的な入出力特性を有する。すなわち、自体温度上昇または外部温度上昇によってレーザーダイオードの動作温度が高まれば、レーザー信号の出力レベルは減少する。このような温度変化による光出力の変動はモニターダイオード（図示せず）、可変利得増幅器416、第1及び第2サンプル&ホルダー418、420、差動増幅器422、加算器414、レーザーダイオードで構成される閉ループによって補償される。

【0050】すなわち、レーザーダイオードの出力レベ

ルがモニターダイオード（図示せず）を通して検出される。モニターダイオードから出力されるモニター信号MON-PDは可変利得増幅器416によって可変的に増幅されて第1サンプル&ホルダー418によってサンプリング&ホールドされる。ここで、可変利得増幅器416の増幅利得は使用モードによって決定される。

【0051】第1サンプリング&ホルダー418は、動作モードによってピークパワーレベル、読みしパワーレベル、或いは消去パワーレベルをサンプリング&ホールドする。

【0052】一方、第2サンプル&ホルダー420は、動作モードによってBIAS CURRENT或いはREAD CURRENTをサンプリング&ホールドする。差動増幅器422は第1及び第2サンプル&ホルダー418、420の出力の差を得る。

【0053】パルス発生器404は、動作モードによるチャネル制御信号を発し、これら制御信号に基づいて第1サンプル&ホルダー418を制御するための第1サンプル&ホールド制御信号、第2サンプル&ホルダー420を制御するための第2サンプル&ホールド制御信号、マルチプレクサ408を制御するための選択信号を提供する。

【0054】パルス発生器404における制御信号を発する動作は、本出願人が出願した韓国特許出願99-20485号（1999.6.4出願、発明者：seo-jinkyoo、発明の名称：多様な形態の光記録媒体に適した記録パルス発生方法及びこれに適した記録装置）公報に詳細に開示されている。これによると、（a）光記録媒体の種類によった記録パルスを構成するファーストパルス、マルチパルス列、ラストパルス、そして冷却パルスの開始位置、終了位置を記録マークの立ち上がりエッジ及び立ち下がりエッジを基準に係数化する過程と、（b）前記（a）過程で得られた係数を貯蔵する過程と、（c）入力されるNRZI信号に同期されて各光記録媒体別の係数を参照してピークパワー制御信号、バイアスパワー制御信号、そして読みしパワー制御信号を発する過程とを通じて制御信号を発する。同韓国特許出願99-20485号公報に開示された内容は参照のために本発明に併合される。

【0055】一方、制御信号を利用してサンプル&ホールド制御信号を発する方法は本出願人が出願した韓国特許出願01-6979号（2001.2.14、発明者：seo-jinkyoo、発明の名称：レーザーダイオードドライバ、これに適した光記録／再生機器の初期化方法、そしてレーザーダイオードドライバの駆動方法）に開示されている。これによると、各々の制御信号の組合せで記録パルスを生成することができ、また、各々の制御信号を組合せることによってピークパワーレベル、読みしパワーレベル、消去パワーレベルなどをサンプリングすることができるサンプル&ホールド制御信号

を発することができ、また制御信号によってモードを判別することができる。同韓国特許出願01-6979号公報に開示された内容は参考のために本発明に併合される。

【0056】表1はパルス発生器404においてモード判別動作を示すものである。

【表1】

READ CONTROL	ERASE CONTROL	PEAK CONTROL	モード	備考
○	×	×	disable	LD Driver disable
1	○	○	再生	HFM on
1	1	○	消去	HFM on/off
1	○	1	記録	HFM on/off
1	1	1	記録	HFM off

【0057】表1に示されたように、パルス発生器404は、消去制御信号ERASE CONTROLと記録制御信号PEAK CONTROLとのうちいずれか一つがアクティブ（表1で“1”的場合）であるならば記録及び消去モードと判別し、そうでなければ再生モードと判別する。

【0058】また、パルス発生器404は、読み出し制御信号READ CONTROLがアクティブでないならばレーザーダイオードを駆動してはならないディスエーブルモード（disable mode）と判別する。

【0059】表1のようにパルス発生器404で動作モードが判別されて、それによって可変利得増幅器416、第1及び第2サンプル&ホルダー418、420、マルチプレクサ408の動作が制御される。

【0060】読み出しモードの場合、可変利得増幅器416で読み出し利得が設定されて、第1サンプル&ホルダー418が可変利得増幅器416の出力から読み出しパワーレベルをサンプル&ホールドして、第2サンプル&ホルダー420がread currentをサンプル&ホールドする。

【0061】書き込み及び消去モードの場合、可変利得増幅器416で書き込み利得が設定されて、第1サンプル&ホルダー418が可変利得増幅器416の出力からピークパワーレベルをサンプル&ホールドして、第2サンプル&ホルダー420はBIAS CURRENT（或いはERASE CURRENT）をサンプル&ホールドする。

【0062】表2は、第1サンプル&ホルダー418のサンプリング動作を示すものである。

【表2】

	sampling level or 区間	備考
sampling type1	peak level を有する pulse	peak=first:last+multi
sampling type2	first pulse	peak level を有しつつ 最も広い区間を有するパルスである
sampling type3	last pulse	
sampling type4	multi of non multi pulse	CD-Rはnon-multi形態である
sampling type5	erase(bias1) level	eraseとbias1とは同一意味
sampling type6	cooling(bias2) level	coolingとbias2とは同一意味
sampling type7	bottom(bias3) level	bottomとbias3とは同一意味
sampling type8	average	LPFを利用した平均level
sampling type9	mark領域の一部	peak or multiの一部
sampling type10	上のものの組合せ	上の9種を組合せて使用

【0063】図5は、本発明において第1サンプル&ホルダー418を制御する第1サンプル&ホールド制御信号の例を示す波形図である。記録パルスは、NRZI信号を基本にして作られ、適応的記録方式では現在のマ

ク（トラックでレーザー信号によってドメインが形成された所）を基準に前後のスペース（マークとマークとの間）の相関関係によって記録パルスを構成する各パルスの開始／終わり位置、パルス幅、パワーレベルなどが変

更される。

【0064】パルス発生部404は、記録パルスを発するにおいて、まず各々のパワーレベルのON/OFFを制御するための制御信号、すなわち読出しパワー制御信号READ CONTROL、ピークパワー制御信号PEAK CONTROL、消去（或いはバイアス1）パワー制御信号ERASE CONTROL、冷却（或いはバイアス2）パワー制御信号COOLING CONTROL、ボトム（或いはバイアス3）パワー制御信号BOTTOM CONTROLを発し、これら制御信号を遅延及び論理組合せすることによって第1サンプル&ホールド制御信号、第2サンプル&ホールド制御信号、そして選択信号を発する。ここで、発せられるパワーレベル制御信号の種類はメディアの種類によって決定される。

【0065】この選択信号は、レジスタ406から記録パルスを発するために必要な駆動電位が順次に引き出されるようにマルチプレクサ408を制御する。

【0066】記録パルスにおいて読出しパワーレベル、ピークパワーレベル、バイアス1パワーレベル、バイアス2パワーレベル、バイアス3パワーレベルが時間軸上で記録媒体及びマークの長さによって定まる順序によって順次にあらわれ、その区間は各々読出しパワー制御信号、ピークパワー制御信号、バイアス1パワー制御信号、バイアス2パワー制御信号、バイアス3パワー制御信号によって示される。

【0067】したがって、制御信号を組合せることによって各々のパワーが印加されたり制御される期間を判別することができる。パルス発生部404はこれら制御信号を組合せることによって、レーザーダイオードの出力で各々のパワーレベルがサンプリングされた時点を示す第1サンプリング制御信号及び第1サンプル&ホールダー418によってサンプリングされた信号と比較される基準パワーレベルがサンプリングされる時点を示す第2サンプル&ホールド制御信号を発する。

【0068】I/F&制御部402は、動作モード及びAPCモードによって図4に示された各ブロックを制御する。図4に示された装置によって具現されるAPCモードとしては平均APCモード、ダイレクトAPCモードなどがある。

【0069】平均APCモードは、以前のレーザーダイオード出力値と現在のレーザーダイオード出力値との平均によってAPC制御を行うモードであって、ダイレクトモードは現在のレーザーダイオード出力値によって制御を行うモードである。

【0070】図4に示された装置は、一つの集積回路で構成されうる。このように図4に示された装置を一つの集積回路で具現することによって、図4に示された装置を光ピックアップに装着できる。一方、集積回路で具現することによって構成要素間のインターフェース時に介入

されうる外部の搅乱を防止することによって安定したレーザー出力制御動作を具現できる。特に、高容量、高速の光記録／再生装置においては構成要素間に取り交わされる信号が高周波になり、外部搅乱に対して敏感になつて誤動作を起こしうる余地があるので集積回路化することによってこのような誤動作を予防できる。

【0071】図4に示された装置のモード別動作を詳細に説明する。

1) 初期化動作において

メインボードのマイクロプロセッサーは、挿入されたディスクの種類を検出する。

【0072】検出されたメディアに合うように初期化を行う。すなわち、SEL-LDを通して用いようとするレーザーダイオードを選択して、挿入されたメディアのリードイン／リードアウト領域に記録されたテーブルを読んでI/F&制御部402に提供する。I/F&制御部402は、テーブルを参照してレジスタ406に貯蔵される駆動電位を設定する。

【0073】ディスクの種類によってパワーレベルが異なり、ディスク製造企業はディスクに適したパワーレベルを有するテーブルをディスクのリードイン／リードアウト領域に記録しておく。

【0074】光ピックアップを最内周或いは最外周に移動させたりフォーカスを最大にアップ／ダウンさせる。これはレーザーダイオードテストのための準備動作である。

【0075】レーザーダイオードテストモードを実施する。レーザーダイオードテストモードは初期化時に各々の読出し、消去及びピークパワーを一定時間間隔で出力してこれをモニタリングすることによって各々の駆動電位を補正して、レーザーダイオードの異常有無をテストするモードである。このようなレーザーダイオードテストモードは初期化時にレーザーダイオードを検査するために用いられるが、動作中に選択的に行われる場合もある。

【0076】レーザーダイオードのテスト動作はメディアに記録された資料に影響を与える。したがって、レーザーダイオードテストモード時に光ピックアップをメディアの最内周または最外周に移動させたりフォーカスサーボを通して光ピックアップの対物レンズを最大にアップさせたりダウンさせて記録された資料を保護する。光ピックアップを最外周／最内周に移動させることよりは対物レンズを最大にアップ／ダウンさせれば、テストのための所要時間を最少化できる。

【0077】2) 読出しモードにおいて

I/F&制御部402の初期化動作によって読出し駆動電位がレジスタ406に貯蔵される。レジスタ406に貯蔵された読出し駆動電位によってレーザーダイオードの読出しパワーレベルが決定される。

【0078】第1サンプル&ホールダー418は、モニタ

一信号MON-PDから読み出しパワーレベルをサンプリングする。読み出しパワーを有する区間は読み出し制御信号がアクティブである区間に該当する。

【0079】第1サンプル&ホールダー418によってサンプル&ホールドされた読み出しパワーレベルは、差動増幅器422の反転入力端子に提供される。

【0080】一方、第2サンプル&ホールダー420は、レーザーダイオードに印加される読み出し駆動電位をサンプリングする。第2サンプル&ホールダー420によってサンプル&ホールドされた読み出し駆動電位を差動増幅器422の非反転入力端子に提供する。

【0081】差動増幅器422は、モニター信号MON-PDからサンプリングされた読み出しパワーレベルとレーザーダイオードに印加される読み出し駆動電位と間の差分値を検出する。この差分値はレーザーダイオードの動作温度が変動することによって引き起こされたものである。

【0082】差動増幅器422の利得によって差分値は補償値に変換されて、この補償値は加算器414に提供される。それによって加算器414の出力では、補償値によってレジスタ406によって設定された読み出し駆動電位を補償した値、すなわちレーザーダイオードの動作温度の変動による誤差成分を補償した読み出し駆動電位が出力される。

【0083】3) 消去モードにおいて

I/F&制御部402の初期化動作によって消去駆動電位がレジスタ406に貯蔵される。レジスタ406に貯蔵された消去駆動電位によってレーザーダイオードの消去パワーレベルが決定される。

【0084】第1サンプル&ホールダー418は、モニター信号MON-PDから消去パワーレベルをサンプリングする。消去パワー区間は消去制御信号がアクティブである区間に該当する。

【0085】第1サンプル&ホールダー418によってサンプル&ホールドされた消去パワーレベルは、差動増幅器422の反転入力端子に提供される。

【0086】一方、第2サンプル&ホールダー420は、レーザーダイオードに印加される消去駆動電位をサンプリングする。第2サンプル&ホールダー420によってサンプル&ホールドされた消去駆動電位は差動増幅器422の非反転入力端子に提供される。

【0087】差動増幅器422は、モニター信号MON-PDからサンプリングされた消去パワーレベルとレーザーダイオードに印加される消去駆動電位間の差分値を検出する。この差分値はレーザーダイオードの動作温度が変動することによって引き起こされたものである。

【0088】差動増幅器422の利得によって差分値は補償値に変換されて、この補償値は加算器414に提供される。それによって加算器414の出力では、補償値によってレジスタ406によって設定された消去駆動電

位を補償した値、すなわちレーザーダイオードの動作温度の変化による誤差成分を補償した消去駆動電位が出力される。

【0089】4) 記録モードにおいて

I/F&制御部402の初期化動作によってピークパワーがレジスタに貯蔵される。レジスタ406に貯蔵されたピーク駆動電位によってレーザーダイオードが最初の読み出しパワーレベルが決定される。

【0090】第1サンプル&ホールダー418は、モニター信号MON-PDからピークパワーレベルをサンプリングする。ピークパワー区間はピーク制御信号がアクティブである区間に該当する。

【0091】第1サンプル&ホールダー418によってサンプル&ホールドされたピークパワーレベルは、差動増幅器422の反転入力端子に提供される。

【0092】一方、第2サンプル&ホールダー420は、レーザーダイオードに印加されるピーク駆動電位をサンプリングする。第2サンプル&ホールダー420によってサンプル&ホールドされたピーク駆動電位は差動増幅器422の非反転入力端子に提供される。

【0093】差動増幅器422は、モニター信号MON-PDからサンプリングされたピークパワーレベルとレーザーダイオードに印加されるピーク駆動電位間の差分値を検出する。この差分値はレーザーダイオードの動作温度が変動することによって引き起こされたものである。

【0094】差動増幅器422の利得によって差分値は補償値に変換されて、この補償値は加算器414に提供される。それによって加算器414の出力では補償値によってレジスタ406によって設定されたピーク駆動電位を補償した値、すなわちレーザーダイオードの動作温度の変動による誤差成分を補償したピーク駆動電位が出力される。

【0095】レーザーダイオード選択スイッチ426は、レーザーダイオード選択信号SEL-LDによって用いようとするレーザーダイオードを選択するが、例えばCD系列の780nmのレーザーダイオードを選択したりDVD系列の650nmを選択することができる。レーザーダイオードの選択動作は光記録/再生機器の初期化時に行われる。

【0096】HFM-424も用いようとするレーザーダイオードの種類によって相異なる周波数及び大きさを有する高周波変調信号を発する。

【0097】5) フームウェアAPC動作において
フームウェアAPC動作は、差動増幅器422によるハードウェア的なAPC動作に対応するものであつて、差動増幅器422を用いないでソフトウェア的にAPC動作を行うことをいう。制御対象になるパワーレベルは第1サンプル&ホールダー418によってサンプリングされて、このサンプリングされた値はレジスタ406

に貯蔵された該駆動電位と比較されて、比較結果によってレジスタ406に貯蔵された該駆動電位を変更させる。

【0098】比較動作は、I/F &制御部402内で直接的に行われる場合もあって、外部のマイクロプロセッサーやDSP (Digital Signal Processor) を利用して行われる場合もある。

【0099】ファームウェアAPC動作のためにADC 428が提供される。ADC 428は第1サンプル & ホルダー418によってサンプル&ホールドされた値をソフトウェアによって処理できるようにデジタル値に変換させる。

【0100】図6は、図4に示された装置の動作を示す流れ図である。まず、初期化動作を行う (S602)。初期化動作では装着されたディスクの種類を判別して、その結果によって用いるレーザーダイオード及びそれに適した駆動電位が設定される。

【0101】ハードウェアAPCであるか否かを判別する (S604)。ハードウェアAPCは差動増幅器422を利用したAPC動作をいう。

【0102】ハードウェアAPCならば、ダイレクトAPCモードであるか平均APCモードであるかを判断する (S606)。ダイレクトAPCモードとは第1サンプル&ホルダー418によってサンプル&ホールドされた値をそのまま用いることをいい、平均APCとは第1サンプル&ホルダー418によってサンプル&ホールドされた値を平均して用いることをいう。

【0103】ダイレクトAPCモードならば第1サンプル&ホールド418及び第2サンプル&ホルダー420を制御するサンプル&ホールド制御信号を生成する (S608)。サンプル&ホールドを行う (S610)。

【0104】一方、ダイレクトAPCモードでなくて平均APCモードならば、サンプル&ホールドされた値を平均する (S612、S614)。ハードウェア的なAPC動作であるので、平均値はサンプル&ホールドされた値を低域変換する低域通過フィルタによって得られる。

【0105】ダイオード出力レベルを補償する (S616)。ここには、差動増幅器422、加算器414が関与する。

【0106】一方、ハードウェアAPCでなければ、ファームウェアAPCであるか否かを判断する (S618)。

【0107】ファームウェアAPCモードならば、内部ファームウェアAPCであるか或いは外部ファームウェアAPCであるかを判断する (S620)。ここで、内部ファームウェアAPCとはI/F &制御部402によるソフトウェア的なAPC動作を意味し、外部ファームウェアAPCとは外部のマイクロプロセッサーやDSPを利用したソフトウェア的なAPC動作を意味する。

【0108】内部ファームウェアAPCならば、I/F &制御部402でAPC動作を行う。すなわち、第1サンプル&ホルダー418によって制御対象になるパワーレベルをサンプリングして、ACD 428によってその値を読み込んだ後でレーザー出力の変動値及び補償値を演算して、これを反映してレジスタ408に貯蔵された駆動電位を変更する (S622ないしS630)。

【0109】この変更された駆動電位によってレーザーダイオードを駆動する (S640)。

【0110】詳細には、I/F &制御部402で第1サンプル&ホルダー418によってサンプリングされたパワーレベルとレジスタ408に貯蔵された駆動電位とを比較して変動値を演算して (S622)、変動値を考慮して新しい駆動電位を得る (S624)。この補正された駆動電位でレジスタ408に貯蔵された駆動電位を更新する (S626)。レジスタ408に貯蔵された駆動電位はマルチプレクサ408によるマルチプレキシング動作 (S628) 及びDAC 410によるDAC動作 (S630) を通してレーザーダイオードを駆動する。マルチプレキシング動作のために必要な選択信号はパルス発生部404で発する (S642)。

【0111】外部ファームウェアAPCならば、インターフェース動作 (S632) を通して外部マイクロプロセッサーにサンプリングされたパワーレベルを伝送して (S632)、外部マイクロプロセッサーでサンプリングされたパワーレベルと現在適用される駆動電位、すなわちレジスタ406に貯蔵された駆動電位を比較して変動値を演算して (S634)、その結果をインターフェース動作 (S636) を通して伝送される。外部マイクロプロセッサーの代わりに専用のDSPが使用される。

【0112】内部ファームウェアAPC動作と同様にレジスタ408に貯蔵された駆動電位を変更する (S622ないしS630)。この変更された駆動電位によってレーザーダイオードを駆動する (S640)。

【0113】一方、ファームウェアAPCモードでなければ、レーザーダイオードテストモードであるか否かを判別して (S644)、判別結果によってレーザーダイオードテストモードを行う (S646)。

【0114】図4に示された装置では、ハードウェアAPCとファームウェアAPCとを補完的に用いることができる。ハードウェアAPCのみを用いる場合には、補償値があまりに大きくて差動増幅器でもカバーできない場合がありうる。すなわち、レーザー出力の変動値が差動増幅器によってカバーされうる範囲を外れるようになってレーザーダイオードを十分に制御できない場合がありうる。一方、高倍速記録の場合に補償値をできるだけ少なくして速応性（目標値に追従する能力）を高めることができ望ましい。このためにはレジスタ406に貯蔵された駆動電位を周期的に更新する必要がある。したがって、周期的にファームウェアAPCを行ってハードウェ

アAPCにおける負担を軽減させたり制御の速応性を高める。

【0115】図7A及び図7Bは本発明によるレーザーダイオード駆動装置を有するピックアップ及びFPCBの外観を示す図面であって、図7Aはピックアップ装置の正面を示すものであって、図7BはFPCBを示すものである。図7Aに示されたように、ピックアップ700は、対物レンズ702、レーザーダイオード（図示せず）、レーザーダイオード駆動回路、チルトセンサ（図示せず）などの多様な部品で構成される。レーザーダイオード駆動回路は第1PCB 704上に設けられる。

【0116】ピックアップ700は、光ディスクにわたって動き、レーザーダイオードはディスク上にデータを記録／再生するためのレーザー信号を発する。

【0117】ピックアップを構成する各種部品及び第1PCB 704を連結するためにFPCB 706が提供される。FPCB 706のピックアップ側一端はピックアップ金型物上に置かれてねじ等によってピックアップ金型物上に固定される。積層フレキシブルPCBが用いられて大体单層から4層までが多く用いられる。

【0118】図8A及び図8Bは、本発明によるレーザーダイオード駆動装置を有する他のピックアップ及びFPCBの外観を示す図面であって図8Aはピックアップ装置の正面を示すものであって、図8BはFPCBを示すものである。図8Aに示されたようにピックアップ800は対物レンズ802、レーザーダイオード（図示せず）、レーザーダイオード駆動回路、チルトセンサ（図示せず）などの多様な部品で構成される。レーザーダイオード駆動回路は第1PCB 804上に設けられる。

【0119】FPCB 806がピックアップ金型物上に配置及び固定されるため、その形態はモデル毎に異なっているのがほとんどである。FPCB 806の他端は、メインボード（図示せず、本発明の第2印刷回路基板に対応）に連結される。メインボードとの接続のためにFPCB 806とメインボード両側双方にコネクターが提供されたりメインボード側にコネクターが提供される。

【0120】従来においてAPC装置は、Main PCBに位置してレーザーダイオードドライバはピックアップに位置して、FPCBを通して連結されている。すなわち、従来の光記録再生装置においてAPC装置は、ピックアップ装置と別個に分離されたMain PCBに設けられてFPCBを通してレーザーダイオードに付属されたモニターPDからモニター信号MON-PDを提供される。また、レーザーダイオードドライバもFPCBを通して制御信号の供給を受けなければならない。

【0121】モニター信号MON-PDは、数μA程度と小さいためにノイズに非常に弱い。また、制御信号の周波数は非常に高いために周辺装置にEMIを発生させる。制御信号の周波数は記録／再生速度の増加と共に増

加する。その結果、従来の光記録再生装置においてはFPCBによるモニター信号或いは制御信号のインターフェース自体が不可能になることがある。

【0122】本発明による光記録再生装置においてはレーザーダイオードドライバがAPC機能を併行しており、このようなレーザーダイオードドライバがピックアップ上に設けられるために従来の光記録再生装置のような問題点が源泉的に解消される。

【0123】

【発明の効果】上述したように、本発明によるレーザーダイオードドライバは、本発明自体がAPC動作を行うので、EMIによる誤動作を防止する効果を有する。また、一つのレーザーダイオードドライバで複数のレーザードライバを駆動できるので、メディアの下向互換性及び共有を可能にする効果がある。一方、本発明によるレーザーダイオードドライバはハードウェア的なAPCとソフトウェア的なAPCとを各々或いは相互補完的に行うことによって高倍速の記録／再生に適切に対応することができる長所を有する。本発明による光記録再生装置は、APC装置をピックアップ上で具現することによって、モニターPD信号、制御信号のインターフェースを容易にして製品の構成を簡単にして製造コストを節減させる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来のレーザーダイオードドライバの構成を示すブロック図である。

【図2A】 CD-RW記録パルスを示す波形図である。

【図2B】 DVD-RAM記録パルスを示す波形図である。

【図3】 レーザーダイオードの特性を示すグラフである。

【図4】 本発明によるレーザーダイオードドライバの構成を示すブロック図である。

【図5】 光記録装置の記録パルスを示す波形図である。

【図6】 図4に示された装置の動作を示す流れ図である。

【図7A】 本発明によるレーザーダイオード駆動装置を有するピックアップの外観を示す図面である。

【図7B】 本発明によるFPCBの外観を示す図面である。

【図8A】 本発明によるレーザーダイオード駆動装置を有する他のピックアップの外観を示す図面である。

【図8B】 本発明による他のFPCBの外観を示す図面である。

【符号の説明】

402……I/F & 制御部

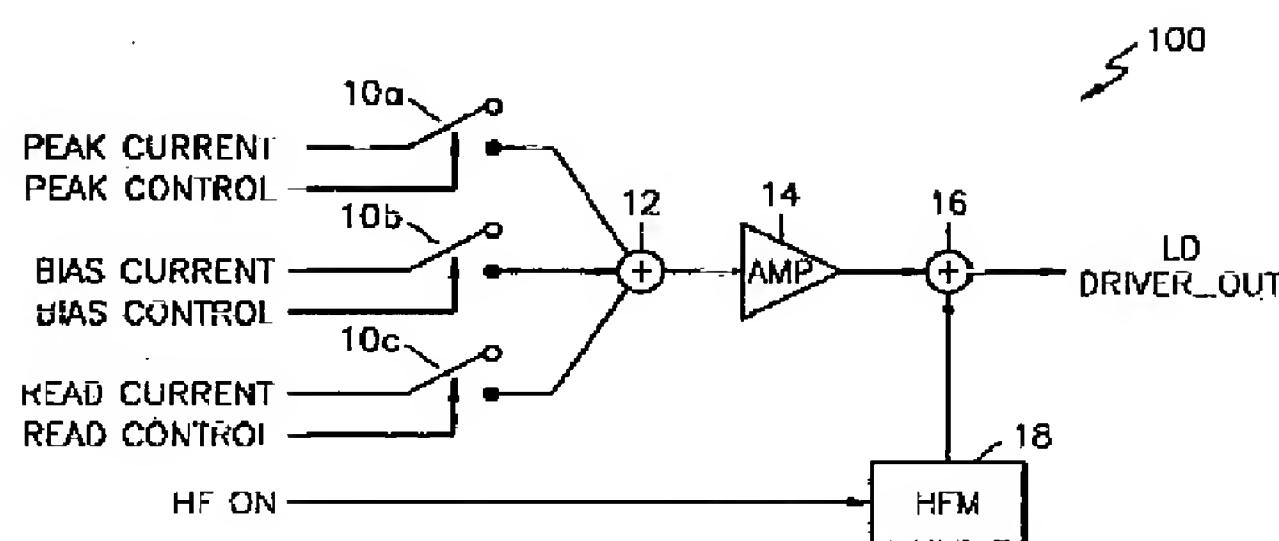
404……パルス発生器

406……レジスタ

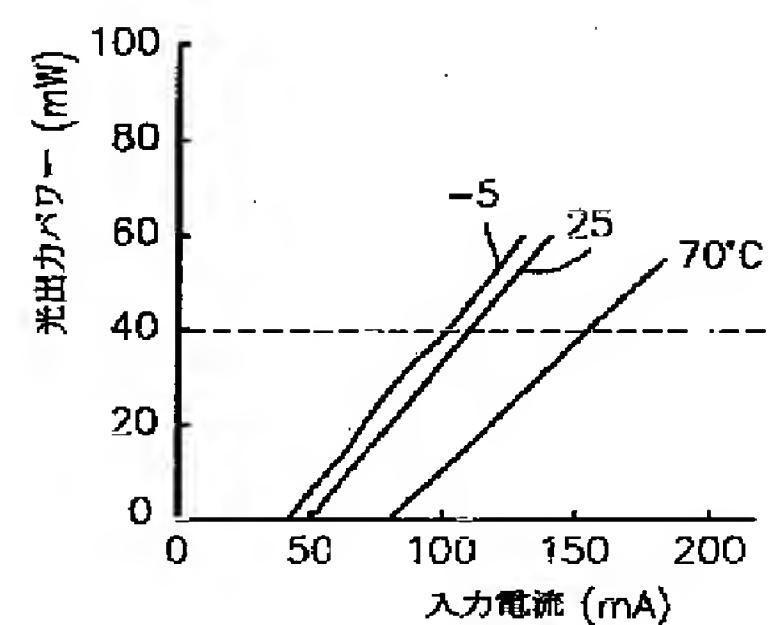
408.....マルチプレクサ
 410.....アナログ-ディジタル変換器
 414.....加算器
 418, 420.....サンプル&ホールダー

422.....差動増幅器
 700, 800.....ピックアップ
 704, 804.....第1印刷回路基板

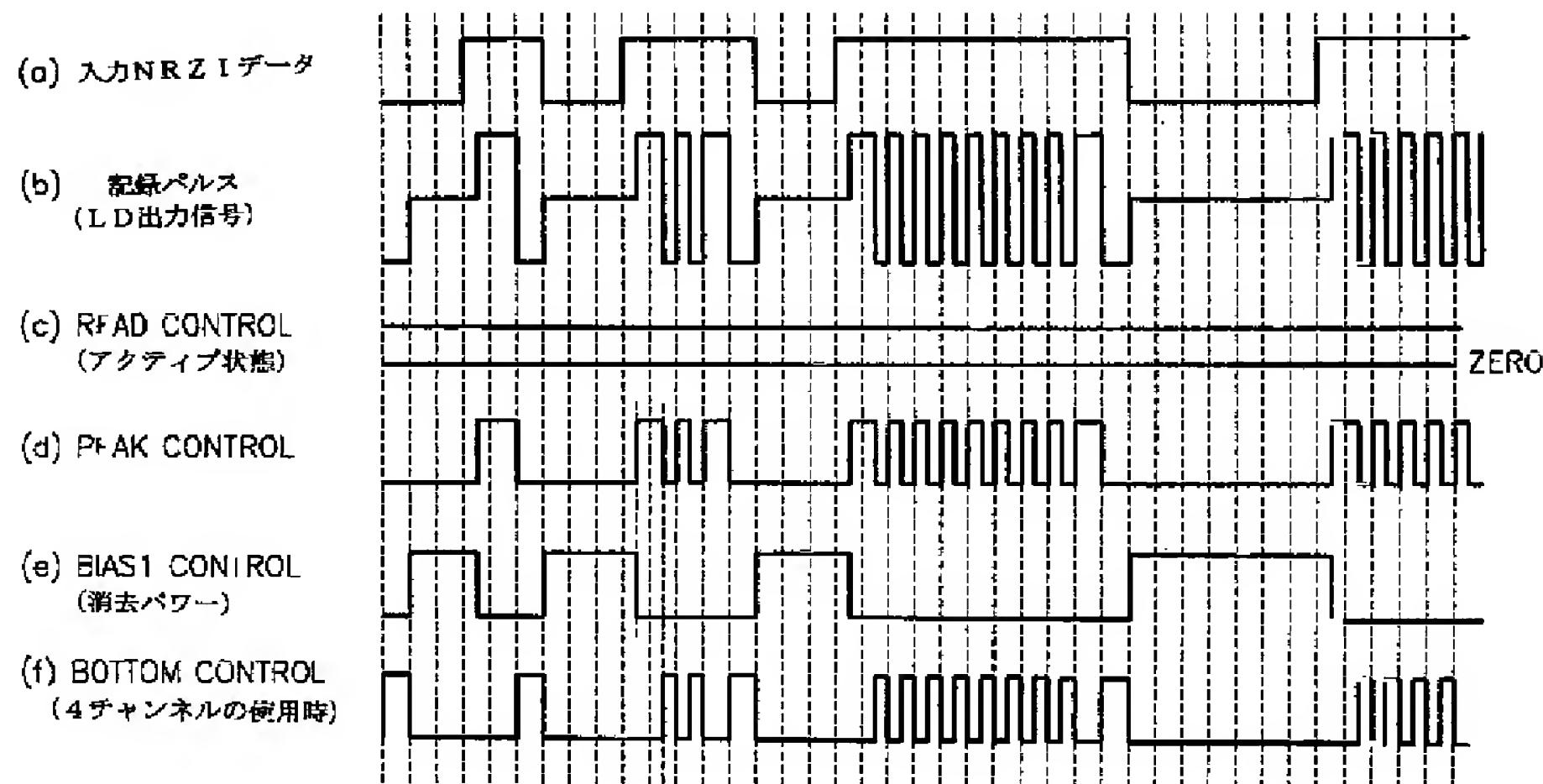
【図1】



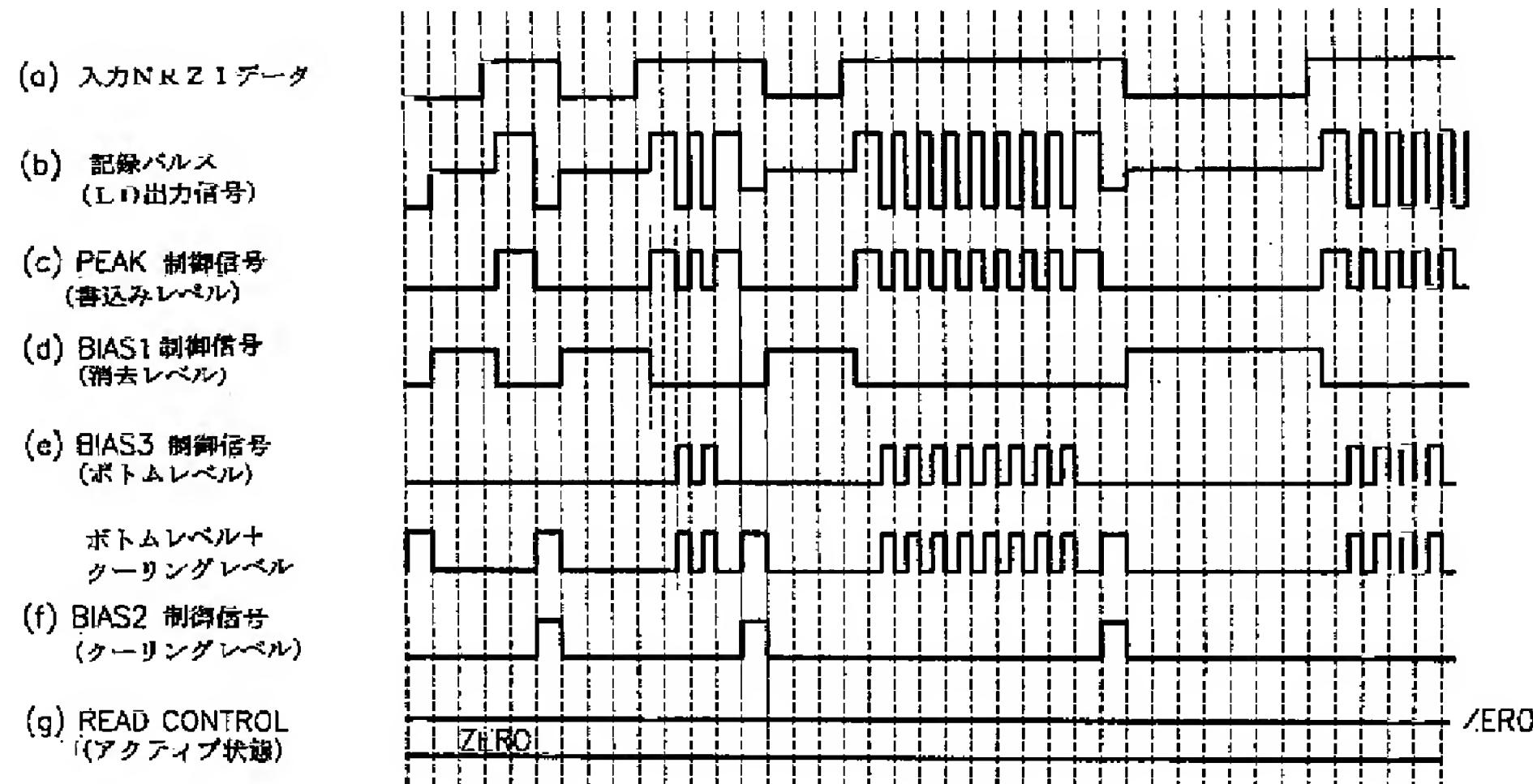
【図3】



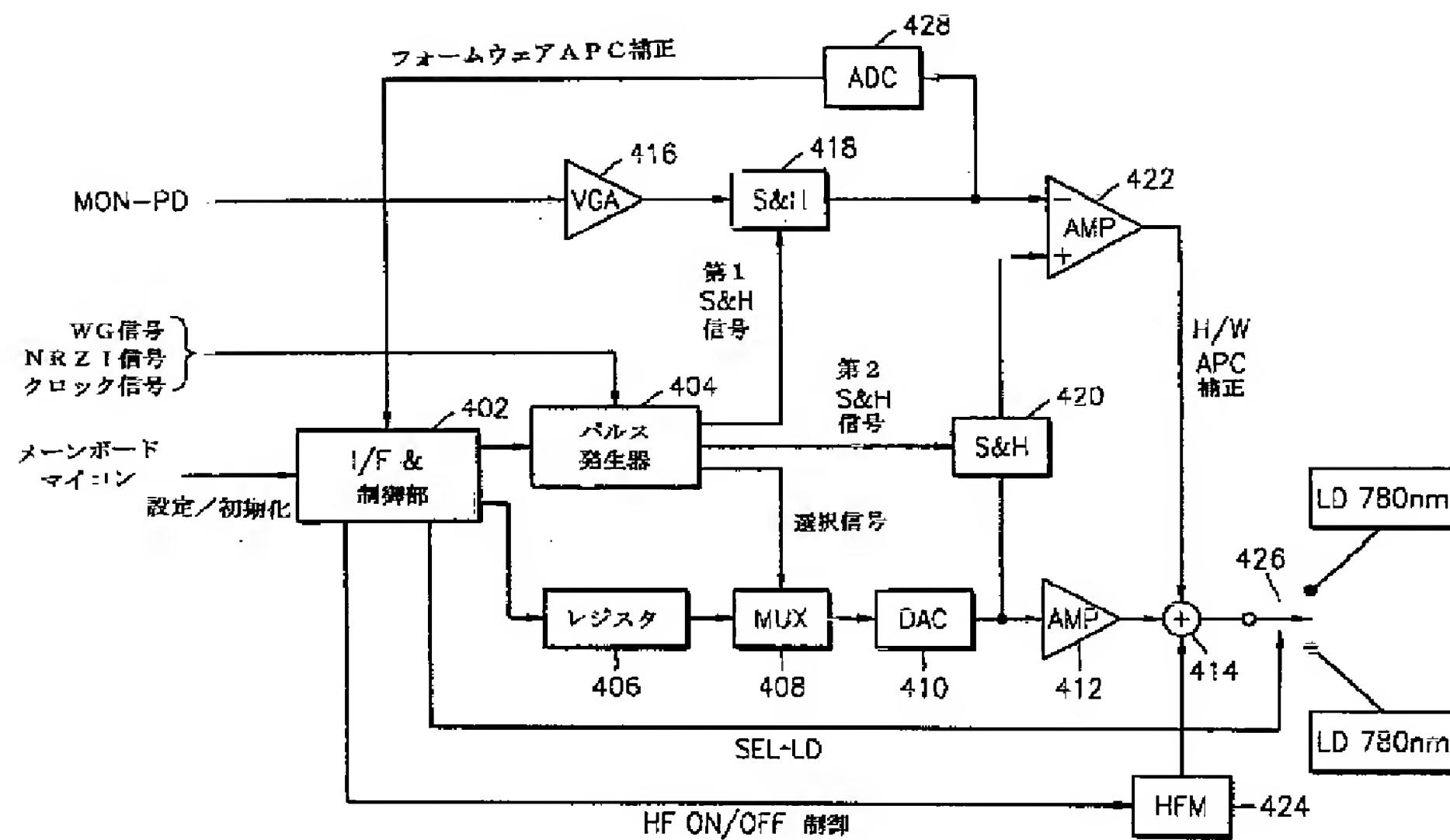
【図2 A】



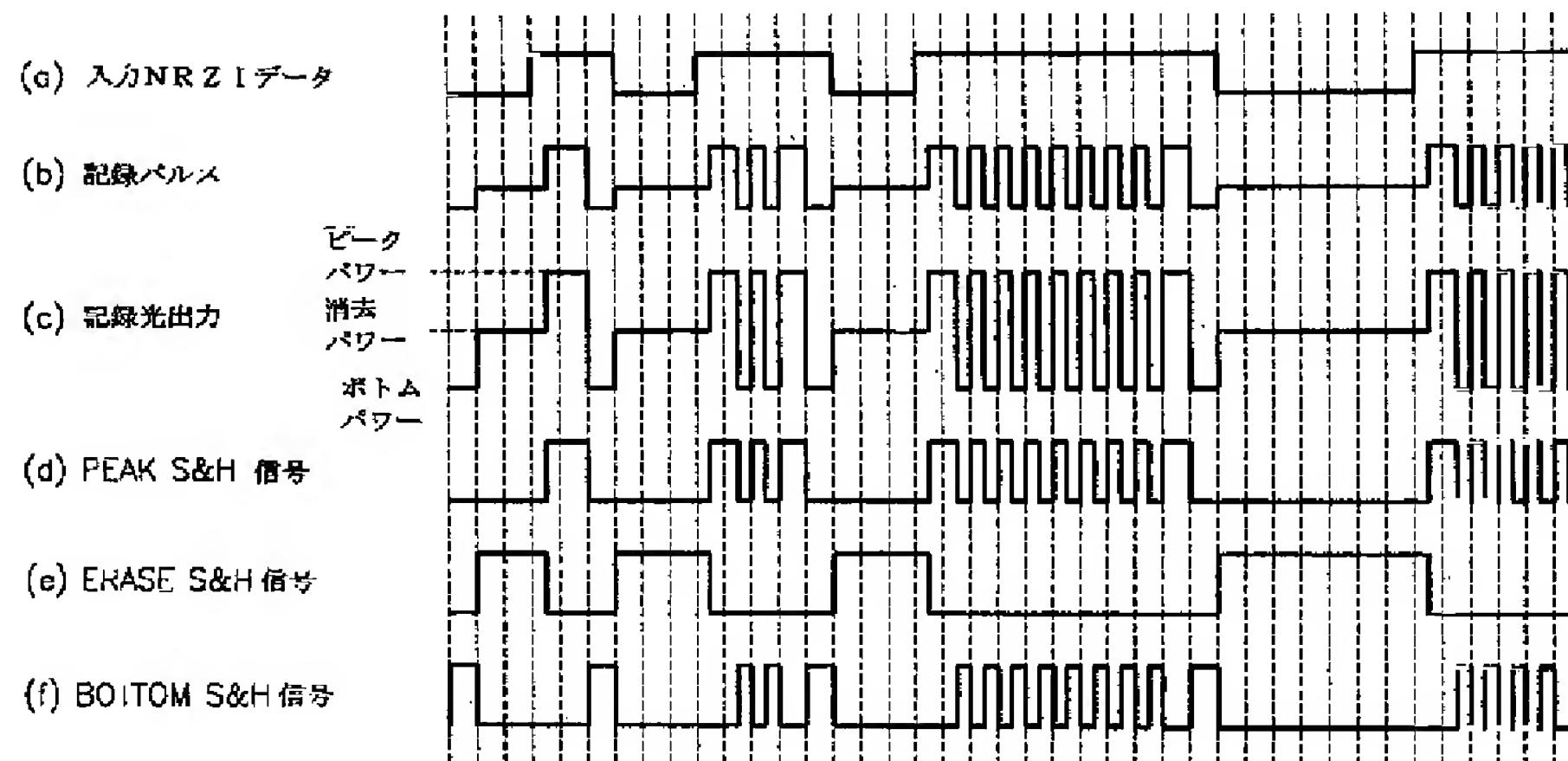
【図2 B】



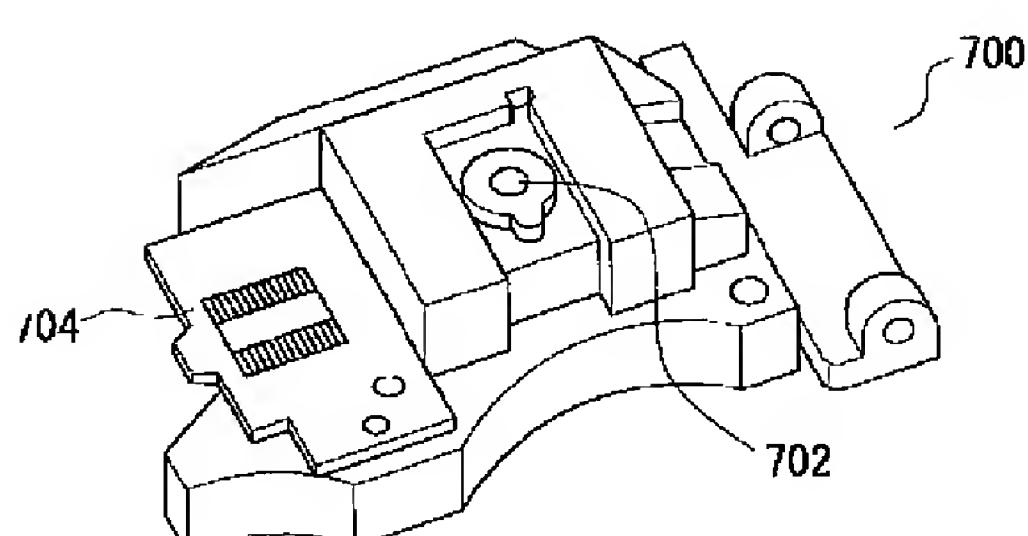
【 4]



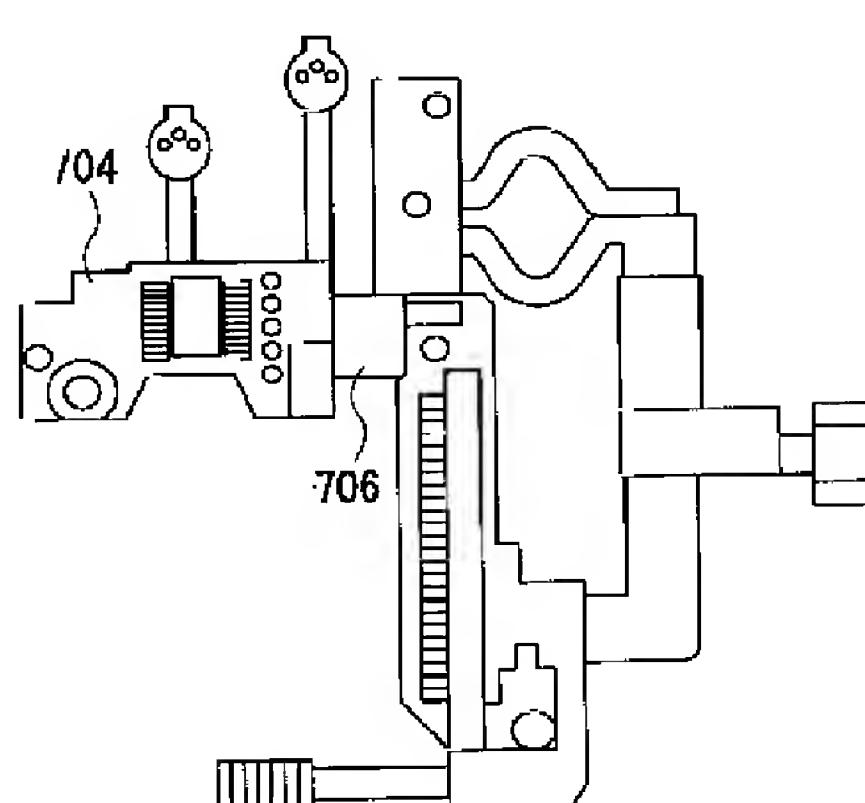
【 5】



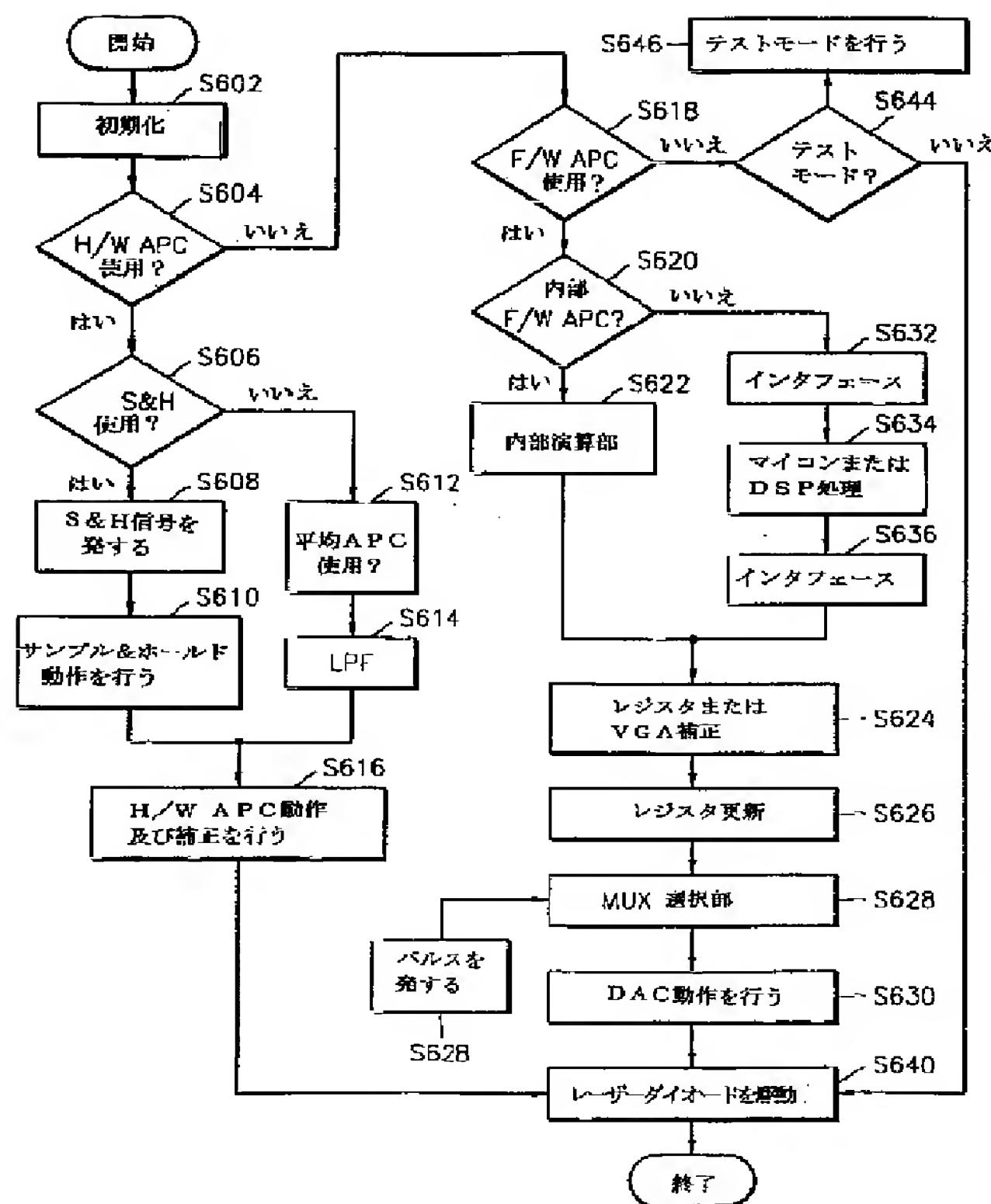
[図7A]



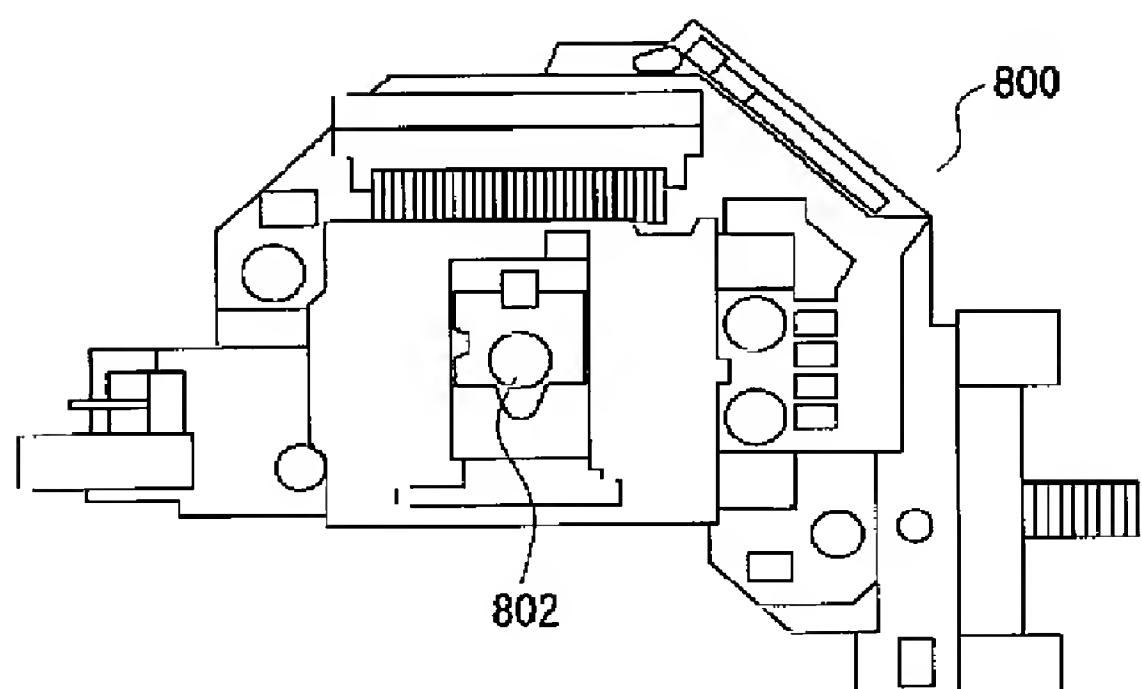
【図7B】



【図6】



【図8A】



【図8B】

